

DIE TRANSVERSALE ENTWICKLUNG DER DRITTEN MOLAREN

(Eine Untersuchung an frontalen Röntgen-Kopfaufnahmen)

von

SIEGFRIED UNTERER

1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
(Direktor: Professor Dr.K.Nawrath)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr.F.Jung)

Die transversale Entwicklung der dritten Molaren

(Eine Untersuchung an frontalen Röntgen-Kopfaufnahmen)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnmedizin
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Siegfried Unterer
aus
Aussig/Elbe

Mainz 1970



Dekan: Professor Dr. Dr. W.Ketterl
Referent: Professor Dr. K.Nawrath
Tag der mündlichen
Prüfung: 25.5.1971



gesamtherstellung
ditters bürodienst
mainz

Inhaltsverzeichnis

- I Einleitung

- II Eigene Untersuchungen
 - 1. Selektion und Aufnahmebedingungen
 der frontalen Kopfaufnahme
 - 2. Bildanalyse
 - 3. Meßwerte der Molarenabstände
 - 4. Achsenverlauf der dritten Molaren
 - 5. Breitenvergleich mit der apikalen
 Basis und Jochbogenbreite

- III Ergebnisse und statistische Auswertung

- IV Diskussion der Ergebnisse

- V Zusammenfassung

- VI Schrifttum

I Einleitung

Die dritten Molaren gehören zu den letzten Zuwachszähnen eines jeden Kieferabschnitts. Ihr Durchbruch vollendet, sofern alle anderen Zähne vorhanden sind, die komplette Zahl des 32 zahnigen Gebisses. Histologisch sind nach W e t z e l (29) die dritten Molaren im fünften Jahr nach der Geburt nachweisbar. Ihre Keime liegen im Unterkiefer hinter dem Kieferwinkel im aufsteigenden Ast und im Oberkiefer im Bereich der Tuberebene. Die Mineralisation der Kronen beginnt im Alter von sechs bis sieben Jahren. Im allgemeinen brechen die dritten Molaren zwischen neunzehn bis zwanzig Jahren durch. Etwa zwei Jahre nach dem Durchbruch ist die Mineralisation ihrer Wurzeln beendet.

In der „Geschichte der Anatomie der Kiefer und der Zähne bis zum Ausgang der Antike“ erwähnt A r t e l t (1) S.17 das Zahnschema der Hippokratiker, in dem der dritte Molar als Weisheitszahn bezeichnet wird, als Ausdruck dafür, daß „der Zahn klug macht“. Bei A r t e l t (1) S.25-30 finden wir auch den Hinweis, daß Aristoteles (384-322) den Weisheitszähnen die Bezeichnung „Vollender“ gegeben haben soll. Der gleichen Quelle kann entnommen werden, daß Aristoteles in der Vorstellung über „Nahrungsstoffe in den geräumigen Knochen“ Fälle von erschwertem Durchbruch der dritten Molaren bei 80 Jährigen beschrieben hat. Eine ähnliche hypothetische Darstellung gibt G e i s t - J a c o b i (7) S.40 mit Hinweis auf Gaius Plinius Secundus den Älteren, wonach die Weisheitszähne im Greisenalter ausfallen und bald von neuem entstehen. Im 16. Jahrhun-

dert befaßt sich Andreas Vesalius, der Leibarzt Karls V., mit der Anatomie der Zähne und dem erschwerenden Durchbruch der Weisheitszähne (G e i s t - J a c o b i (7) S.93).

Das Krankheitsbild der Dentitio difficilis ist nach E u l e r (6) ein sicheres Zeichen der Rückentwicklung der Kiefer. Besonders im Unterkiefer kommt es durch eine Verkürzung des horizontalen Astes zu einem Raummangel und damit zum erschwerenden Durchbruch des Weisheitszahnes. Vor Einführung der Antibiotika (Domagk 1935, Fleming 1928) mußte das Bild der Dentitio difficilis wegen der Möglichkeit einer Osteomyelitis oder einer Mundbodenphlegmone als ernstes Krankheitsbild bewertet werden, und so war es verständlich, daß der Entwicklung der dritten Molaren von allen Sparten der neuzeitlichen Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde großes Interesse entgegengebracht wurde.

Auf dem Gebiete der Kieferorthopädie gilt der Anlage der dritten Molaren besondere Beachtung, weil die Entwicklung des sagittalen Zahnbogenverlaufs von ihrer nach mesial gerichteten Schubkraft stark beeinflußt wird und nach B e g g (2) im rezenten Gebiß des Neuzeitmenschen zum Raummangel im Bereich der Seitenzähne führt. Weitgehend ungeklärt ist aber ihr Einfluß auf die transversale Entwicklung der Kieferbasen.

Seit Verwendung der Röntgenstrahlen in allen Bereichen der Medizin ist auch die Darstellung des Craniums in seiner Differenziertheit von Höhlen-, Kiefer-, Zahn- und Gelenkpartien stetig vervollkommen worden. Eine Reihe von Publikationen gibt Hinweise

für die zahlreichen Projektionsmöglichkeiten zur röntgenologischen Darstellung der dritten Molaren mittels intra- und extraoraler Aufnahmeverfahren. Zum bevorzugten Verfahren auf dem forschenden Gebiet der Kieferorthopädie gehört die Anwendung der Fernröntgentechnik bei der Herstellung kephalometrisch verwendbarer Kopfaufnahmen. Drei Projektionen, die Norma lateralis, Norma frontalis und Norma basalis, sind seit Einführung der Fernröntgentechnik in der Zahnheilkunde (1931) für metrische Untersuchungen richtungsweisend geworden. Mit Hilfe der lateralen Aufnahmen hat unter anderem M ü l l e r (18) die vertikale Entwicklung der dritten Molaren beschrieben. Für Untersuchungen der Abläufe in transversaler Richtung bietet die frontale Röntgen-Kopfaufnahme bei Beachtung des optimalen Abstandes von Strahlenquelle, Film- und Aufnahmeobjekt gute Voraussetzungen. Zur Fortführung früherer Untersuchungen der Mainzer Klinik erschien es reizvoll, frontale Kopfaufnahmen von Patienten der kieferorthopädischen Abteilung sowie Probanden anderer Sparten im Wege einer generalisierten Untersuchung zu analysieren und vergleichende Betrachtungen von bestehenden oder fehlenden Zusammenhängen metrischer Art durchzuführen.

II Eigene Untersuchungen

1. Selektion und Aufnahmebedingungen der frontalen Kopfaufnahme

Zur Durchführung meiner Untersuchung stand mir eine Auswahl von 101 Frontal-Röntgen-Kopfaufnahmen von Patienten der kieferorthopädischen Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik in Mainz zur Verfügung. Die Selektion erfolgte nach zwei Gesichtspunkten: es sollten erstens eine ungefähr gleiche Zahl verschiedener Altersgruppen vorhanden sein, und zweitens mußten die Röntgenbilder die technische Vollkommenheit gewährleisten, die eine vorgeplante Analyse ermöglichte. Das Bildmaterial umfaßte die Aufnahmen von 53 Jungen und 48 Mädchen, deren Unterscheidung aber keine Bedeutung hatte. Die Aufteilung in zehn Altersgruppen ergibt folgende Übersicht:

Gruppe	Alter in Jahren	Anzahl der Patienten
1	9	4
2	10	7
3	11	12
4	12	14
5	13	12
6	14	11
7	15	13
8	16	11
9	17	11
10	18	<u>6</u>
		101

Tabelle I Anzahl und Alter der Patienten in den einzelnen Gruppen

Die letzte Phase der Eruption bleibt in dieser Abhandlung außer Betracht, weil nach Durchbruch der dritten Molaren die Kontrolle am Kieferabguß genauer durchgeführt werden kann.

Die Kriterien der Bildqualität wurden nach Gesichtspunkten der gelungenen Projektion und ausreichenden Penetration beurteilt. Als gelungene Projektion sind Merkmale ausschlaggebend, die aufgrund der senkrechten Anordnung der sagittalen Medianebene des Kopfes zur Filmebene entstanden sind. Sie stellen sich dar in der symmetrischen Konfiguration der linken und rechten Kopfpartie, in der nach allgemeiner Beobachtung in der Mehrzahl der Fälle spiegelbildliche Gleichheit besteht. Dazu gehört der gleichmäßige Abstand der Orbitaschatten, die an der Kreuzungsstelle mit der Linea innominata einen Markierungs- „Punkt“ ergeben, von dem bis zur lateralen Begrenzung der Schädelkonturen eine vergleichbare Meßstrecke entsteht. Die Penetration muß gegenüber der lateralen Kopfaufnahme eine stärkere Schwärzung des Filmes herbeiführen, um die sich zum Teil überlagernden Konturen des Zahn- und Kieferbereiches bestimmen zu können.

Bei der Projektion ist außer der richtigen Position des Kopfes, der optimale Abstand zur Röntgenröhre von ausschlaggebender Bedeutung. Beide Faktoren, die Projektion und Penetration, wurden nach den Erfahrungen der Mainzer Klinik ausgerichtet. Danach hat sich als Fokus-Filmabstand die Entfernung von 200 cm als optimal erwiesen. Die Verringerung der Entfernung von 400 cm (D a u s c h - N e u m a n n, H a u s s e r, K o r k h a u s) wurde in Hinblick auf die verkürzte Expositionszeit und damit Ausschaltung der Bewegungsunschärfe als optimal erachtet, zumal die gefundenen Meßwerte an Aufnahmen eines mazerierten Schädels nur unbedeutende Differenzen

In Abweichung der Empfehlung anderer Autoren empfiehlt N a w r a t h (19) eine geringe ventrale Neigung des Kopfes, um eine bessere Darstellung dentaler Bezirke zu erreichen. Aufgrund der variierten Projektion ist die Verzeichnung vertikaler Meßwerte unvermeidlich. Über ihre Größe orientiert das Ergebnis an Aufnahmen in waagerechter und geneigter Objekt-Anordnung. Die kontrollierten Abstände befinden sich auf der medianen Kopfebene und betreffen erstens den Abstand zwischen Orbitahöhe und Oberkieferbasis, zweitens Oberkieferbasis und Kieferwinkelhöhe, drittens Kieferwinkelhöhe und unterem Rand der Kinngegend im Bereich des Gnathions. Als übereinstimmende Meßmarken wurden die Kreuzungspunkte am Orbitaschatten und metallene Markierungen am Übergang des Processus zygomaticoalveolaris sowie am Gnathion beidseitig gewählt. Die Begrenzung am Gnathion war eindeutig. Nachfolgende Tabelle enthält die differierenden Werte:

Frankfurter Horizontale (FH)	Orbita bis OK-Basis	OK-Basis bis Kieferwinkel	Kieferwinkel bis Gnathion
waagerecht	52	38	31
30° ventral geneigt	49	31	39

Tabelle II Differenzwerte bei unterschiedlicher Ausrichtung der FH

Die zwei Aufnahmen in Abbildung zwei und drei zeigen zwar Differenzen in der vertikalen Ausdehnung des Kopfes, die transversalen Differenzen sind jedoch unbedeutend.



Abb.2 Röntgenbild eines maz. Schädels mit Metallmarken bei waagerechter Position der Frankfurter Horizontalen

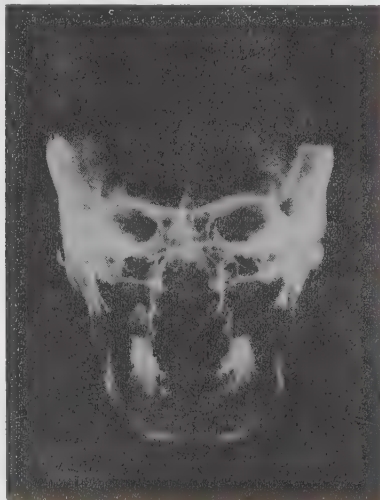


Abb.3 Wie Abb.2, Frankfurter Horizontale jedoch 30° ventral geneigt. Beachte die bessere Darstellung des Interessengebietes (Position des retinierten dritten Molaren und Metallmarken im Oberkiefer).

Zur apparativen Ausrüstung gehörte ein Vier-ventilapparat der Firma Siemens (Pleophos) und der von N a w r a t h (19) beschriebene Kunststoffrahmen zur Einstellung des Kopfes. Als Verstärkungsfolie wurde innerhalb der Filmkassette die feinzeichnende Folie verwendet.

2. Bildanalyse

Im Gegensatz zur lateralen Kopfaufnahme für die schon in den fünfziger Jahren etwa siebenzig verschiedene Methoden zur Auswahl (S a s s o u n i) demonstriert wurden, ist die Aufgliederung der frontalen Kopfaufnahme bei den von D a u s c h - N e u m a n n (4), H a r o l d, K o r k h a u s (12), K u l k a r n i (13), M a r g o l i s (15), S a s s o u n i (22), A.M. S c h w a r z (25) und anderen empfohlenen Schemata eine weitgehende Übereinstimmung festzustellen. In Anlehnung an die Verfahren der genannten Autoren habe ich im Hinblick auf die gewünschte Orientierung ein Schema verwendet, das in Abbildung vier dargestellt ist. Das Schema entsteht auf dem Wege der Durchzeichnung des Röntgenbildes auf transparente Folie über einer Lichtquelle. Neben den Umrißkonturen des knöchernen Schädels ist die mediane Kopfebene von der Crista galli zum Subspinale und Gnathion führend eingezeichnet. Im dento-gnathischen Bereich wurden die zentralen und lateralen Incisivi von Ober- und Unterkiefer, sowie die ersten Molaren des Oberkiefers und im Ober- und Unterkiefer die dritten Molaren markiert. Im Oberkiefer ist die Darstellung der Sechsjahrmolaren wichtig, weil lateral von ihnen

oberhalb des Limbus alveolaris die Regio apikalis sichtbar wird. Die Verbindung der Kieferwinkel-Konfiguration ergibt eine Bezugsgerade, von der die Neigungswinkel der unteren Molaren bestimmt werden können.

Abb.4 Breitenmeßstrecken

Zy - Zy = Breite zwischen den beiden Zygia

${}^3M - M^3$ = Breite zwischen 8 + 8

Apikale Basis = Breite der apikalen Basis

${}_3M - M_3$ = Breite zwischen 8 - 8

Go - Go = Breite zwischen den beiden Gonia

α = Winkelwert von 8-

β = Winkelwert von -8

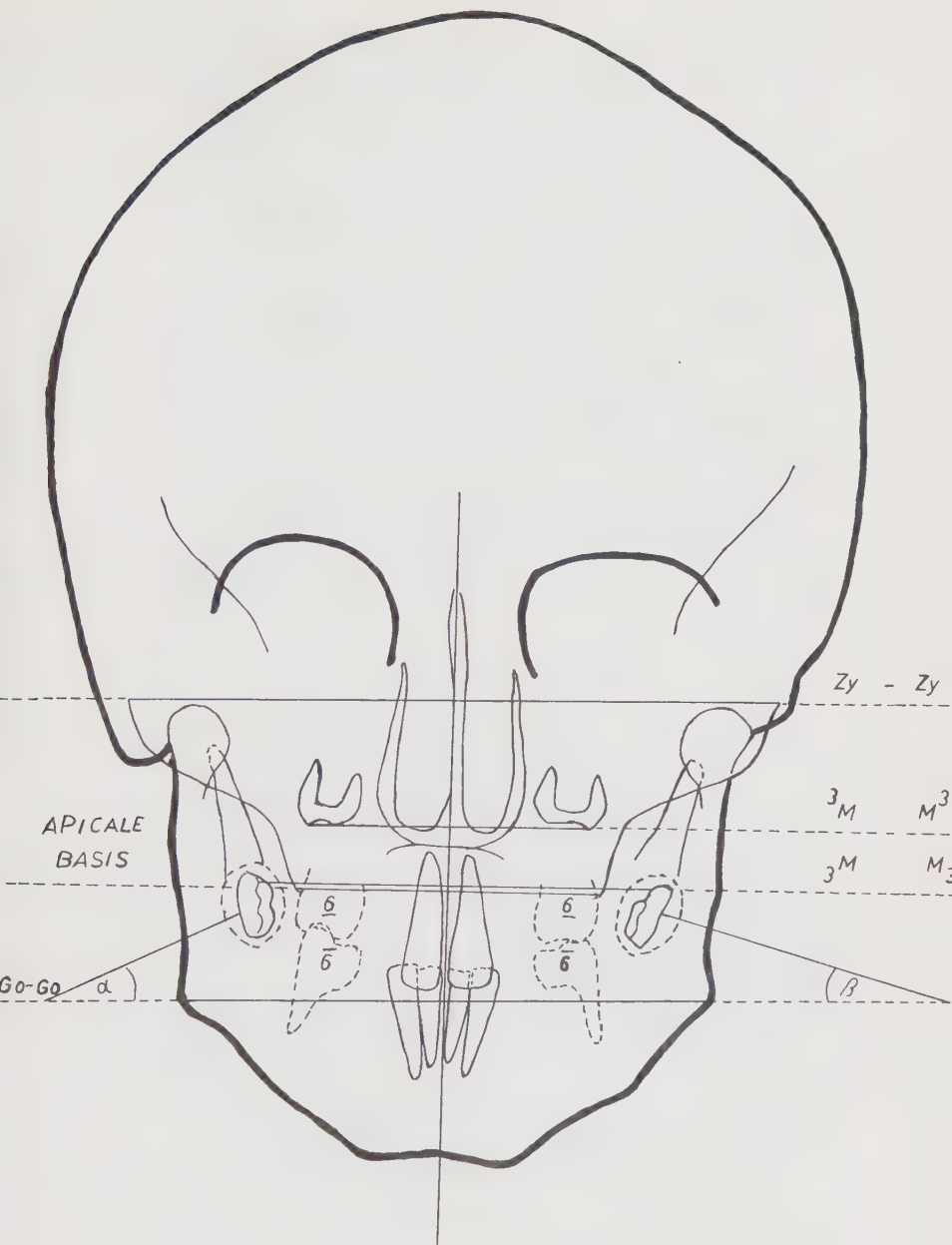


Abb.4 Schema der kephalometrischen Auswertung
Erklärung im Text

Das Interessengebiet erstreckt sich von den ausladenden Konturen der Jochbögen ventralwärts über den dentalen Bezirk bis zur Schattenkontur des hufeisenförmigen Massivs des Unterkiefers. Innerhalb dieses Areals sind bei den jungen Patienten von neun bis zehn Jahren die Keime der dritten Molaren gut zu markieren. Mit zunehmendem Alter verschwimmen die Molaren des Oberkiefers ineinander, ausreichende Übung der Betrachtung und Durchzeichnung gestatten jedoch auch bei älteren Patienten bis zu zwanzig Jahren und darüber eine ausreichende Beurteilung der Kronenposition.

Die dritten Molaren gehören zu den Zähnen, die nach Statistiken am häufigsten nicht angelegt sind. Nach T a n n e r (27) lautet die Häufigkeitsskala:

Zahngattung	Fälle mit Zahnunterzahl	Nichtanlagen	
Obere Weisheitszähne	104	149	44,4 %
Untere Weisheitszähne	83	128	38,0 %
Untere Praemolares II	24	31	9,0 %
Obere Incisivi lateral	12	14	4,1 %
Untere Incisivi central	5	9	2,6 %
Obere Praemolares II	5	7	2,0 %
Obere Molares II	1	1	0,3 %
		339	100,0 %

Tabelle III Häufigkeit der Zahnunterzahl im bleibenden Gebiß nach Tanner

Für den kieferorthopädischen Behandlungsplan ist jedoch die Feststellung, ob dritte Molaren angelegt sind oder nicht, von großer Bedeutung. Es ist bekannt, daß von den retromolaren Räumen bei Anwesenheit der dritten Molarenkeime ein beträchtlicher Schub in anteriorer Richtung zu erwarten ist. Für diese Annahme sprechen die physiologischen Zahnwanderungen der Seitenzähne bei kraniometrischer Kontrolle. Da bei der mitteleuropäischen Population der Raummangel im harmonisch verlaufenden Zahnbogen vorherrschend ist, muß der kieferorthopädische Behandlungsplan in wissenschaftlich begründeten Fällen eine Verminderung der Zahnzahl einschließen. Allein aus diesem Grunde ist die Feststellung der Anlage beziehungsweise Nichtanlage für den Verlauf der normalen und abwegigen Gebißentwicklung und einer erforderlichen kieferorthopädischen Behandlung von ausschlaggebender Bedeutung. Die Vernachlässigung der Feststellung birgt die Gefahr einer fehlerhaften Planung beispielsweise für die Frage der Aufrechterhaltung der Zahnzahl beziehungsweise der planmäßigen Extraktion in sich. Etwa zehn bis zwölf Jahre vor Durchbruch der dritten Molaren lassen sich ihre Keime durch mehrere Röntgenverfahren auf dem Film darstellen. Eine Reihe von Autoren macht für die Wahrnehmung der ersten Aufhellung auf dem Röntgenbild unterschiedliche Angaben. Nachfolgende Aufstellung hat W e i s e (28) in seiner Publikation vorgenommen:

H.C. Bowdler	6.-8. Lebensjahr (Aufhellung) 7-11 Jahre (beginnende Verkalkung)
E. Bustin M. Leist und R. Priesel	ab 8 Jahren (Aufhellung)
A. Demisch und P. Wartmann	9.2-9.3 Jahre (Aufhellung)
J.O. Mc Call und S.S. Wald	10 Jahre (beginnende Verkalkung)
I. Gramm	im 10. Lebensjahr (beginnende Verkalkung)
S. Garn A. Lewis K. Koski und D. Polachek	9 Jahre (full-follicle. beginnende Verkalkung)
H. Glanz	7-11 Jahre
A. Häupel	11. Lebensjahr „deutlich zu sehen“
K. Häupel	11. Lebensjahr „deutlich ersichtlich, gelegentlich schon früher“
H. Hammer	10. Lebensjahr
P. Horn	9 Jahre 6 Monate beginnende Verkalkung
C. König	6-7.11 Jahre 1/3 der untersuchten Fälle 8-8.11 Jahre 2/3 der untersuchten Fälle „röntgensichtbar“
C. Moorrees E. Fanning und E. Hunt	9.4 Jahre (beginnende Verkalkung)
L. Müller	9 Jahre (Aufhellung)
A.M. Schwarz	8.-9. Lebensjahr (beginnende Verkalkung)
S. Wagner	7-11 Jahre (Aufhellung)
C. Würcker	um das 8. Lebensjahr (beginnende Verkalkung)
A. Zuppinger	8 Jahre (Zahnscherbchen)

Tabelle IV Zeitpunkt der röntgenologischen Darstellung der Weisheitszähne nach W. Weise

3. Meßwerte der Molarenabstände

Im Rahmen dieses Themas interessierte vorrangig die Entwicklung der Weisheitszahnkeime in transversaler Richtung. Mit Hilfe der frontalen Fernröntgenaufnahme konnten sie sowohl topographisch als auch metrisch mit nur geringen, projektorischen Abweichungen verfolgt werden.

Die nach dem Alter der Patienten vorgenommene Selektion der untersuchten Röntgenbilder ließ vom neunten Lebensjahr ab ausnahmslos die Konturen der mineralisierten Kronenpartien der dritten Molaren, sofern sie angelegt waren, deutlich erkennen. Außer den Höckerspitzen waren auch die Umrisse des Zahnkeimes deutlich zu markieren. So war es möglich ein Auswertungsschema zu entwerfen, das für die Reihenuntersuchung und ihre statistische Auswertung geeignet war.

Der Vergleich der Bilder eines Patienten von neun Jahren und eines solchen von zwanzig Jahren (Abb.5 und 6) läßt die Veränderung der topographischen Verhältnisse erkennen. Beim jungen Patienten liegen die Keime der dritten Molaren in steiler Position und erheblich geringerem transversalen Abstand zueinander als ihre Antagonisten, während nach Durchbruch der Weisheitszähne die Zahnachsen mit veränderten Winkelgraden den gegenseitigen Kontakt erreichen, nachdem sich die transversalen Abstände in unterschiedlichem Maße geweitet haben.

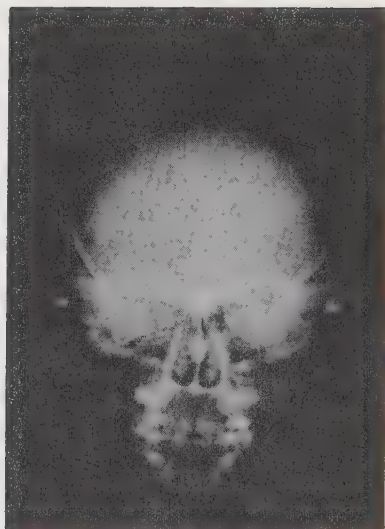


Abb.5 Patient im Alter von 9 Jahren



Abb.6 Patient im Alter von 20 Jahren

Zwischen der etwa zehnjährigen Zeitfolge sind diese Veränderungen in den jeweiligen Gruppen in geringerem Maße festzustellen. Statistisch errechnete Mittelwerte des transversalen Abstandes der oberen und unteren Weisheitszähne sind nach dem Alter der Patienten in nachfolgender Tabelle enthalten:

Alter in Jahren	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Abstand 8+8 in mm	61	57	59	61	63	62	62	61	61	63
Abstand 8-8 in mm	80	71	72	73	72	72	71	68	69	69

Tabelle V Mittelwerte der transversalen Abstände von 8 + 8 und 8 - 8

Standardabweichung siehe Abb.7

Die Abmessung der Werte erfolgte an den in Abbildung vier markierten buccalen Höckerspitzen. Naturgemäß entsprechen aufgrund der projektorischen Verzeichnung die am Röntgenbild gewonnenen Werte nicht vollkommen den wahren Verhältnissen. Die Verzeichnung ist jedoch gering. Sie beträgt nach einer erneuten Kontrolle an Bildern eines mazerierten Schädels, an dem Schatten erzeugende Metallmarkierungen angebracht waren, bei einem Fokus-Film-Abstand von 200 cm im Bereich der Processus zygomaticoalveolaris, des Gonions und den Wurzelspitzen der unteren Eckzähne, circa drei Prozent.

	Breite im Rö. Bild in mm			Breite am Schädel in mm		
	za	go	3-3	za	go	3-3
FH 30° kaudal	80	107,5	22	78	103,5	22,5
Differenz	2	4	0,5			

Tabelle VI Vergleich der transversalen Abstände am Röntgenbild und an einem mazerierten Schädel

Die Annahme ist berechtigt, daß im dentalen Bereich die Verfälschung des wahren Wertes etwa 0,25 mm auf einer Kieferseite beträgt. In graphischer Darstellung verändern sich die Abstände mit zunehmendem Alter in teilweise entgegengesetzter Richtung. Während bei den oberen Molaren eine Zunahme der Breitenentfernung von 57 - 63 mm festzustellen ist, verringert sich der Abstand der unteren Molaren nur gering von 71 mm auf 69 mm (Abb.7).

Weitere Abmessungen im Bereich der Jochbögen sowie der Oberkieferbasis und der Kieferwinkelregion sollten die Frage aufhellen, ob gesetzmäßige Relationen zwischen dem Abstand der dritten Molaren und den genannten Meßstrecken besteht. Ähnliche Beziehungen hat I z a r d (11) in dem nach ihm benannten Index festgelegt. Danach besteht ein Verhältnis von Zahnbogenbreite (gemessen an den buccalen Höckern der ersten Molaren des Oberkiefers) zur Jochbogenbreite von 1 : 2.

8 - 8
8 + 8

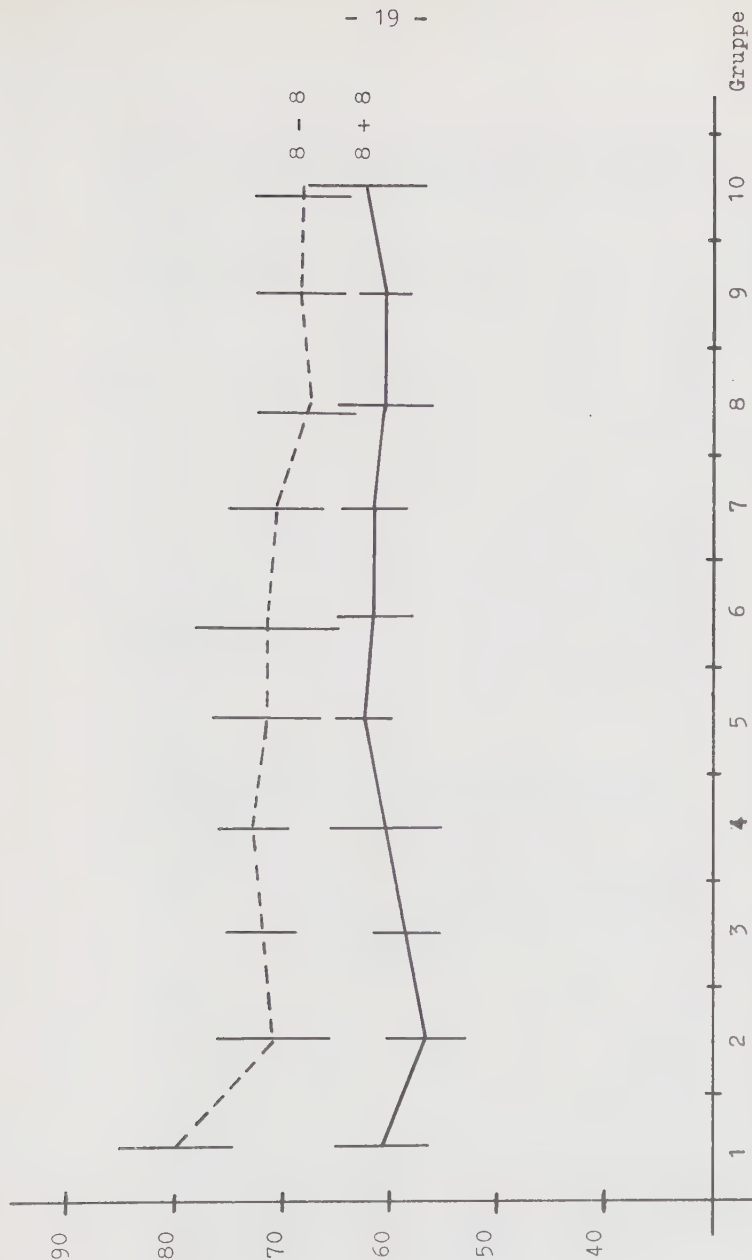


Abb.7

Mittelwerte der transversalen Abstände der oberen und unteren dritten Molaren in den einzelnen Gruppen und Standardabweichungen

Die Vermutung lag nahe, daß bei einer Kontrolle an der frontalen Röntgenaufnahme ähnliche Relationen bestehen. Die statistische Auswertung hat ergeben, daß zwischen dem transversalen Abstand der oberen Weisheitszähne und der Entfernung von Jochbogen zu Jochbogen und zur Oberkieferbasis auffällige Korrelationen bestehen.

Der transversale Abstand der unteren Weisheitszähne hatte jedoch keine Beziehung zur Jochbogenbreite. Eine Erklärung hierfür könnte im unterschiedlichen Wachstum des Unterkiefers zu finden sein. Das Wachstum des Unterkiefers vollzieht sich vorwiegend in sagittaler Richtung durch Erweiterung des retromolaren Raumes nach Resorption der vorderen Kante des aufsteigenden Astes und ausgleichenden Apposition im dorsalen Bereich. Die Feststellung steht zwar im Gegensatz zur Auffassung von S a l l e r (16), der mit Hilfe des „Jugomandibularindex“ feststellte, daß das Breitenwachstum in der Unterkieferwinkelregion in etwa gleichem Maße fortschreitet wie in der Jochbogengegend, sie deckt sich aber mit der Auffassung von T a n n e r (26), nach dessen Aussage der Unterkiefer zwischen dem zwölften und zwanzigsten Lebensjahr im Bereich der Schädelbasis etwa sechs bis sieben Prozent des Wachstums bis zur völligen Reife erfolgt, der Unterkiefer jedoch in der gleichen Zeit etwa fünfundzwanzig Prozent seiner endgültigen Länge erreicht. Ergänzend haben meine Untersuchungen erbracht, daß der Korrelationskoeffizient zwischen Jochbogen- und Kieferwinkelbreite in den verschiedenen Altersgruppen unterschiedliche Werte ergibt. Hieraus kann ge-

geschlossen werden, daß die Entwicklung des Mittelgesichts und des Unterkiefers unterschiedlichen Wachstumsimpulsen unterworfen ist.

Alter in Jahren	9	10	11	12	13
Korrelationskoeffizient	.9372	.6303	.3342	.5994	.7126
	-	-	-	+	++

Alter in Jahren	14	15	16	17	18
Korrelationskoeffizient	-0,219	.5815	.6511	.4142	.8158
	-	+	+	-	+

- keine Korrelation

+ statistisch signifikante Korrelation

++statistisch auffällige Korrelation

Tabelle VII Korrelationskoeffizient zwischen Jochbogenbreite und Unterkieferwinkelbreite

4. Achsenverlauf der dritten Molaren

Wie die Untersuchungen von S c h o p f (24) ergeben haben, spielt der Achsenverlauf der ersten und zweiten Molaren bei der Breitenentwicklung der apikalen Basis eine bestimmende Rolle. Es war deshalb von Interesse, die Durchbruchrichtung der Weisheitszahnkeime zu registrieren. Im Oberkiefer ergab sich hierbei wegen der überlagerten Schattenbilder in den meisten Fällen die Schwierigkeit einer genauen Markierung der Längsachsen. Im optischen Vergleich kann jedoch wahrgenommen werden, daß der Achsenverlauf seine Lage nur unwesentlich ändert. Im Unterkiefer dagegen läßt sich in überwiegender Zahl eine deutliche Markierung der mineralisierten Zahnkronen vornehmen und die Längsachse eindeutig bestimmen. Als Bezugsebene diente eine Waagerechte zur medianen Sagittalebene im Bereich der Kieferwinkel. Die Longitudinalachse wurde zeichnerisch konstruiert durch Verbindung der buccalen und lingualen Höckerspitzen und einer Mittelsenkrechten von der Verbindungslinie in Richtung der Bezugsebene. Die von innen gemessenen Winkelwerte reichten von 19 - 59 Grad. Betrachtet man die Neigungswinkel in den nach Alter eingeteilten Gruppen, so ergibt sich die Feststellung einer altersbedingten Zunahme der Winkelwerte. Die unterschiedlichen Veränderungen der Longitudinalachsen der oberen und unteren Molaren kann in Zusammenhang des unterschiedlichen Wachstumsverlaufs der Oberkiefer- und Unterkieferbasis verstanden werden. Im Oberkiefer verändert der Weisheitszahn kaum seine Längsachse aufgrund des überwiegend suturalen Wachstums der Oberkieferbasis.

Im Unterkiefer erfolgt jedoch eine merkliche Aufrichtung der a priori nach innen geneigten Zahnkeime in Richtung der Okklusionsebene.

Die graphische Darstellung der Winkelwerte der unteren Weisheitszähne nach linker und rechter Seite getrennt, zeigt eine Aufrichtung der dritten Molaren, die insgesamt statistisch gesichert ist (siehe Tabelle X), wenn auch in der Gruppe der Bilder von 16 Jährigen der Mittelwert auf der rechten Seite einen auffälligen Anstieg zeigt. Eine Erklärung hierfür läßt sich nur vermutungsweise aus der Kasuistik klinischer Beobachtungen ableiten, die erkennen lassen, daß fehlerhafte Positionen der untern Molaren in lingualer und buccaler Richtung als Ausnahme einer regelrechten Entwicklung vorkommen.

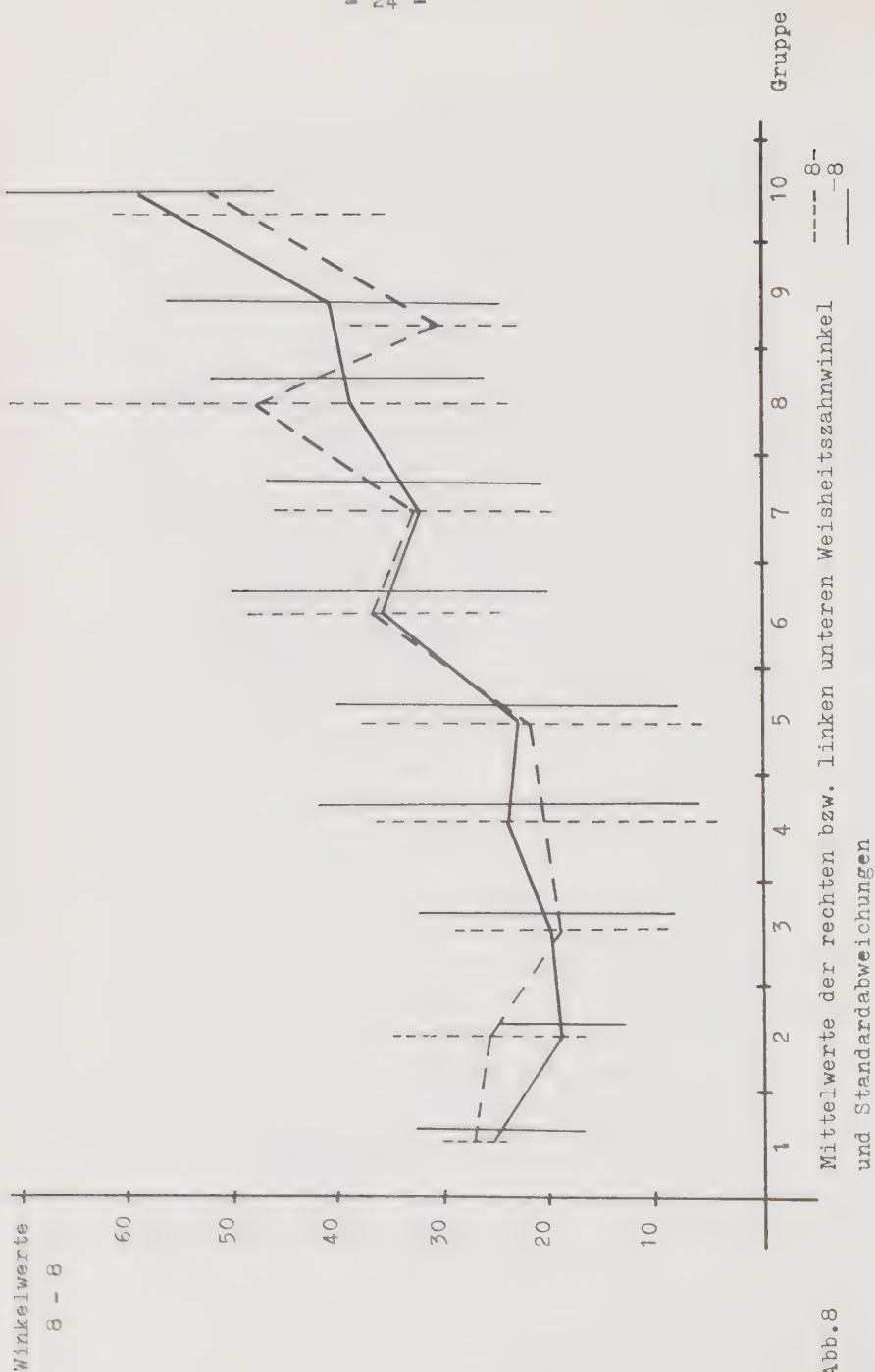


Abb. 8

5. Breitenvergleich mit der apikalen Basis und Jochbogenbreite

Bei der Beurteilung der Kieferbreite und dem Abstand der dritten Molaren konnte eine statistisch auffällige Korrelation nachgewiesen werden. Zur Definition der Kieferbreite müssen die Bemühungen mehrerer Autoren um eine Abgrenzung der basalen und alveolären Bezirke verfolgt werden. John H u n t e r (10) hatte 1771 den Einfluß des Zahndurchbruchs auf die Breitenzunahme beschrieben. Der gleichen Quelle ist zu entnehmen, daß im 19. Jahrhundert unterschiedliche Auffassungen über das Ausmaß der Breitenzunahme des Oberkiefers bestehen (Bogne, Colyer, Friel, Hellmann, Brash, Smith, Young). Eine entscheidene Klärung erfuhr der Fragenkomplex durch den Begriff der „apikalen Basis“, der im Jahre 1923 von A. L u n d s t r ö m (14) eingeführt wurde. Dem Autor kam es darauf an, die Unterscheidung des Zahnbogenverlaufs gegenüber der Breite und Länge der apikalen Region hervorzuheben. Die schmale und kurze apikale Basis steht in bemerkenswerter Diskrepanz zur Breite und Länge des Zahnbogenverlaufs. Die große apikale Basis bietet den Wurzelspitzen ein geräumiges Areal an, sodaß der Unterschied zwischen apikaler Basis und Zahnbogenverlauf weitgehend vermindert wird. Die Beurteilung der apikalen Basis ist für die Befunderhebung und den kieferorthopädischen Behandlungsplan von ausschlaggebender Bedeutung.

So ist beispielsweise die Frage der Aufrechterhaltung der Zahnzahl oder ihrer Verminderung in überwiegender Mehrheit der kieferorthopädischen Behandlungsfälle zu klären. Dabei müssen wissenschaftlich begründete Argumente für die eventuell notwendige Extraktion kariesfreier Zähne gefunden werden.

H a u s s e r (8) hat im Jahre 1962 darauf hingewiesen, daß der transversalen Nachentwicklung der Kieferbasen durch Besonderheiten des morphologischen Aufbaus des Gesichtsschädels Grenzen gesetzt sind. Nachdem L u n d s t r ö m (14) durch den Begriff der apikalen Basis eine anatomisch definierbare Region festgelegt hat, richteten sich weitere Bemühungen vieler Autoren darauf, ihr Ausmaß metrisch zu bestimmen.

Neben der Kieferabgußanalyse, bei der die Verdrängung der vestibulären Umschlagfalte vorausgesetzt sein muß, um die Alveolarfortsätze darstellen zu können, bietet das Verfahren von R i c h a r d s o n und B r o d i e (21) eine Möglichkeit, den Wurzelverlauf innerhalb des Kieferabgusses zu markieren. Die Autoren erreichen dies durch Bearbeitung des Gipssockels, der senkrecht zur Raphemedianebene von posterior in sagittaler Richtung bis zur Kontaktfläche zwischen dem ersten Molaren und zweiten Prämolaren reduziert wird. Von anterior erfolgt in entgegengesetzter Richtung der Abrieb bis zum „A-Punkt“, der nach Downs im anterioren Bereich an der stärksten dorsalen Einziehung kranialwärts vom Prosthion liegt und hier die anteriore Begrenzung der apikalen Basis darstellt.

Auf röntgenologischem Wege haben S c h m u t h und W u n d e r e r (23) mit Hilfe von Fernröntgenaufbißaufnahmen die verzeichnungsarme Darstellung der Kieferumrisse erreicht. M ü h l b e r g, S c h r ö t e r und Z i l l (17) bedienten sich der Markierung von Stahlkugeln, die im Praemolarenbereich in der Umschlagfalte des Vestibulums adaptiert waren. Die Methode der Stahlkugeln-einlage gestattet auf frontalen Aufnahmen des Kopfes im antero-posterioren Strahlengang die deutliche Darstellung der Basisgrenzen. In anderer Weise haben E s c h l e r und D a h a n (5) gute Ergebnisse bei der Beurteilung der Unterkieferbasis erreicht. Sie wählten eine Projektion aus der Richtung Vertex-Unterkiefferrandebene und erzielten damit Röntgenbilder in der Norma basalis. Wie eingangs schon erwähnt, wird die Analyse von Kopfaufnahmen in der Norma frontalis in annähernd gleichen Gesichtspunkten durchgeführt. Geringe Abweichungen in der Wahl der lateralen Meßpunkte im posterioren Abschnitt der Oberkieferbasis ergeben sich bei Arbeiten der Tübinger- (3) und Mainzer Klinik (24).

Mir kam es darauf an, den Verlauf eindeutiger Schattenkonturen als Definition der apikalen Basis zu verwenden und dabei ein Höchstmaß von gleichbleibender Lokalisation auf allen Röntgenbildern zu erreichen. Ich stellte fest, daß die stärkste Einziehung des Processus alveolaris im Bereich des ersten Molaren eine deutlich sichtbare Kontur ergab, die am ehesten der lateralen Begrenzung der apikalen Basis entsprach.

Als Punkt markiert liegt die Begrenzung etwa 6 mm kranial vom Limbus alveolaris in Höhe der buccalen Wurzelspitzen des ersten Molaren (Abb.4).

Nachdem an den untersuchten frontalen Röntgenbildern die eben genannten Punkte markiert waren, erfolgte die Feststellung ihrer Abstände, die in den altersgebundenen Gruppen Mittelwerte der folgenden Aufstellung erbrachten.

Alter in Jahren	9	10	11	12	13
Abstand 8+8 in mm	61	57,8	59,7	61,1	63,1
Oberkieferbasis in mm	58,3	55,8	58,2	59,9	60,7

Alter in Jahren	14	15	16	17	18
Abstand 8+8 in mm	62,3	62,8	61,4	61,4	63,6
Oberkieferbasis in mm	59,8	60,8	59,3	59,4	61,5

Tabelle VIII Mittelwerte der transversalen Abstände 8 + 8 und der posterioren Oberkieferbasis
Standardabweichung siehe Abb.11

III Ergebnisse und statistische Auswertung

Statistisch läßt sich der Zusammenhang zwischen zwei Meßgrößen (Variablen) mit Hilfe der Korrelations- und Regressionsrechnung beschreiben. Der Korrelationskoeffizient (r) ist ein Maß für die Straffheit (Enge) des Zusammenhangs und kann Werte von -1 bis $+1$ annehmen. Hierbei bedeutet $+1$ eine vollständige positive Korrelation, das heißt für wachsende Werte der unabhängigen Variablen nehmen auch die Werte der abhängigen Variablen zu. Gegensätzliches Verhalten wird durch einen negativen Korrelationskoeffizienten gekennzeichnet. Der Korrelationskoeffizient 0 bedeutet, daß zwischen den Variablen kein linearer Zusammenhang besteht.

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten erfolgt nach folgender Formel:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y})$$

$x_i \ y_i$ = Wertepaar der i -ten Beobachtung

n = Zahl der Fälle

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Nach Berechnung des Korrelationskoeffizienten kann mit Hilfe von Tabellen, zum Beispiel Dokumenta Geigy, für den gegebenen Stichprobenumfang geprüft werden, ob sich r bei vorgegebener Irrtumswahrscheinlichkeit (P) von 0 unterscheidet; für $P \ll 5\%$ wird der Zusammenhang zwischen zwei Variablen als statistisch auffällig bezeichnet. Für $P \ll 1\%$ spricht man von einem signifikanten Zusammenhang. Wenn ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen nachgewiesen wurde, kann die lineare Beziehung der beiden Größen mit Hilfe der Regressionsgeraden dargestellt werden.

Die Gleichung der Regressionsgeraden hat die Formel:

$$y = a + b \cdot x$$

b wird berechnet nach

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$$

Gruppe	Alter	n	r	a	b
1-3	9-11	20	0,84	10,54	0,79
4	12	10	0,71	24,03	0,58
5	13	11	0,72	30,90	0,47
6	14	10	0,70	26,91	0,52
7	15	11	0,86	0,57	0,96
8	16	10	0,92	12,73	0,75
9	17	11	0,53	30,41	0,46
10	18	6	0,98	-3,43	1,02
Gesamt		89	0,83	13,86	0,74

Tabelle IX Korrelationsrechnung der einzelnen Gruppen

Da zwischen den Steigungen der einzelnen Regressionsgeraden statistisch kein Unterschied nachweisbar war, konnte die Korrelations- und Regressionsrechnung für alle Gruppen gemeinsam durchgeführt werden. Hierbei ergab sich ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,83$, $P < 1\%$.

Als Beispiel für die Regressionsgerade, die für alle Gruppen ermittelt wurde, mögen die folgenden graphischen Darstellungen dienen (Abb.9 und 10). Der Mittelwert für den transversalen Abstand der oberen Weisheitszähne betrug 61,59 mm, der für die posteriore Oberkieferbasis 59,55 mm. Die Standardabweichung für den transversalen Abstand zwischen den oberen dritten Molaren und der Oberkieferbasis sind für alle Altersgruppen in Abbildung elf dargestellt.

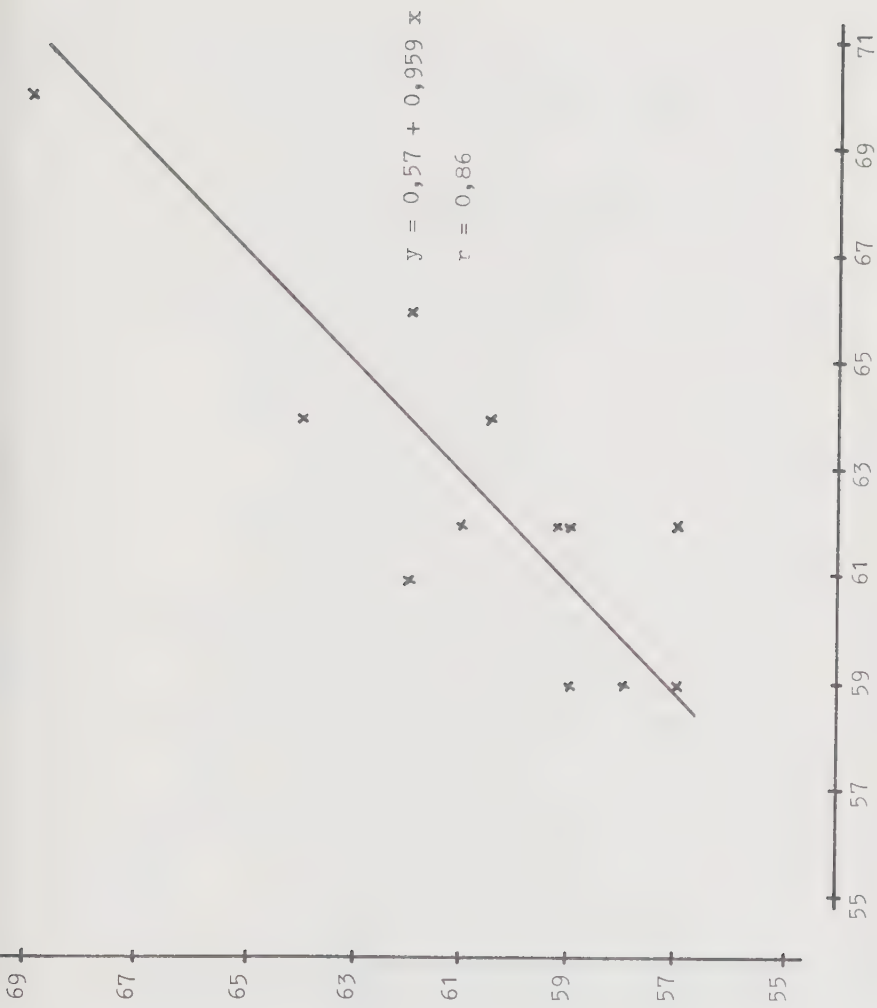


Abb. 9

Regressionsgerade der Patienten von 15 Jahren

Abstand 8 + 8 in mm

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.



mm



1
2
3

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.



mm

Population average aller Altersgruppen

Abstand 8 + 8 in mm

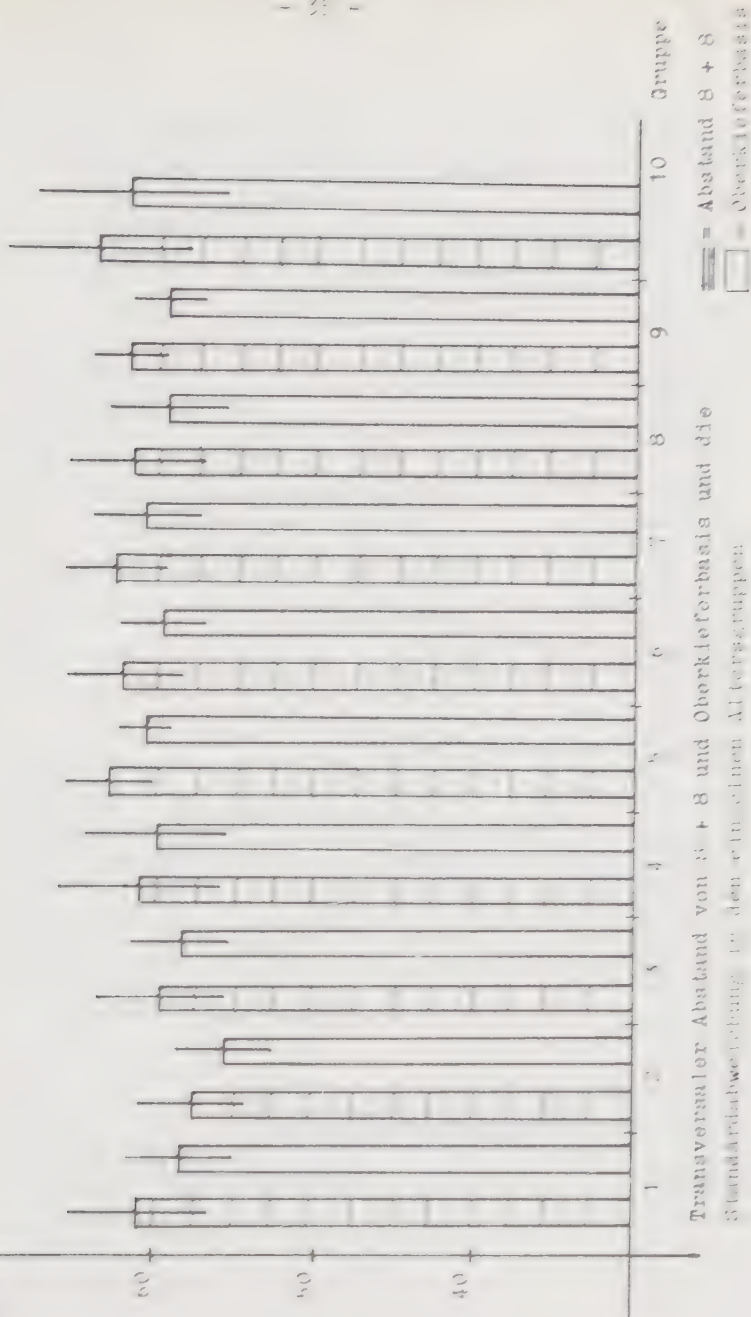


Abb. 11

Ferner wurde beobachtet, daß die Winkelwerte der unteren Weisheitszähne mit zunehmendem Alter grösser wurden. Die Mittelwertsunterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen konnten statistisch mit Hilfe einer einfachen Varianzanalyse gesichert werden ($P < 0,01$), vergleiche Tabelle X.

Rechter Weisheitszahnwinkel

Streuungsursache	SAQ	MAQ	FG	F	Signifikanz
Zwischen den Altersgruppen	10 392,83	1154,76	9	5,26	$P < 0,01$
Innerhalb der Altersgruppe	19 536,51	219,51	89		
Insgesamt	29 929,34				

Linker Weisheitszahnwinkel

Streuungsursache	SAQ	MAQ	FG	F	Signifikanz
Zwischen den Altersgruppen	9 514,70	1057,19	9	4,87	$P < 0,01$
Innerhalb der Altersgruppe	19 088,88	216,92	88		
Insgesamt	28 603,58				

SAQ = Summe der Abweichungsquadrate

MAQ = Mittleres Abweichungsquadrat

Tabelle X Varianzanalyse für den rechten beziehungsweise linken unteren Weisheitszahnwinkel

	Transversaler Abstand				Winkel		OK Basis
	Zygia	Gonia	8+8	8-8	8-	-8	
Zygia	1,0 (100) ++						
Gonia	0,58 (101) ++	1,0 (101) ++					
8+8	0,50 (89) ++	0,38 (89) ++	1,0 (89) ++				
8-8	0,01 (100) -	0,06 (100) -	0,25 (88) +	1,0 (100) ++			
8-	0,21 (99) +	0,16 (99) -	0,09 (87) -	0,32 (99) ++	1,0 (99) ++		
-8	0,17 (98) -	0,19 (98) -	0,05 (87) -	0,24 (97) +	0,57 (96) ++	1,0 (98) ++	
OK Basis	0,49 (89) ++	0,41 (99) ++	0,83 (89) ++	0,25 (88) +	0,07 (87) -	0,01 (87) -	1,0 (89) ++

() = Anzahl der Fälle

+ = P < 1%

++ = P < 5%

Tabelle XI Korrelationskoeffizient-Matrix (alle Altersgruppen)

Wie man aus der Tabelle ersieht, besteht eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem transversalen Abstand der beiden Zygia und dem Abstand der oberen Weisheitszähnen $r = 0,50$ $P < 1\%$. Keine Korrelation besteht jedoch zwischen der Jochbogenbreite und dem transversalen Abstand der unteren dritten Molaren ($r = 0,01$) und zwischen der Unterkieferwinkelbreite und dem transversalen Abstand der unteren Weisheitszähnen ($r = 0,06$).

IV Entwicklung der Kieferknochen

Im fernröntgenologischen Befund kann die dreidimensionale Entwicklung im Zahn-, Alveolen- und Kieferbereich verfolgt und metrisch gedeutet werden. Hierzu sind zwei Projektionen erforderlich, die Seitenprojektion zur Orientierung in der sagittalen und vertikalen Dimension und die frontale Projektion zur Orientierung der transversalen Dimension. Dem Thema entsprechend richtete sich die Untersuchung auf die Analyse von frontalen Röntgen-Kopfaufnahmen, die in postero-anteriorer Strahlungsrichtung gewonnen wurden. Die früheste Darstellung der dritten Molaren liegt bei Patienten im Alter von acht bis neun Jahren. In der Altersgruppe läßt sich die Mineralisation des Kronenteils sowohl im Oberkiefer, als auch im Unterkiefer gut darstellen. Hier imponiert der bemerkenswerte Unterschied der Abstände oberer und unterer Molaren von der medianen Kopfebene. Während beim eugnathe Gebiß die oberen Molaren etwa 2 mm buccalwärts die Antagonisten überragen, stehen im frühen Entwicklungsstadium die Keime der unteren Molaren etwa 6 mm lateralwärts zu den oberen Antagonisten. Es erhebt sich also die Frage, auf welche Weise und in welcher Zeit der Rückstand des transversalen Abstandes oberer Molaren gegenüber dem der unteren Molaren aufgeholt wird.

Die Untersuchung gab zu erkennen, daß die Keime der oberen Molaren eine wesentliche Verschiebung der longitudinalen Achse nach buccalwärts im latera-

ler Richtung verändern. Bei den unteren hingegen beobachtet man eine Veränderung der Longitudinalachsen im Sinne der Aufrichtung, ohne erhebliche Veränderung des transversalen Abstandes. Der entwicklungsbedingte Ablauf kann nur so gedeutet werden, daß im Oberkiefer das suturale gegenüber dem appositionellen Wachstum vorherrscht, das im Oberkiefer vorwiegend von der Sutura palatina mediana ausgeht.

Im Unterkiefer ist die relativ geringe Veränderung der transversalen Abstände wohl so zu deuten, daß die Zahnkeime der dritten Molaren im aufsteigenden Ast (hoch und außen angeordnet) in ihrer Ausgangsposition verharren und die Zahnentwicklung mit den resorptiven Vorgängen am vorderen Rand des aufsteigenden Astes und entsprechender Apposition am hinteren Rand einhergehen.

Eine weitere Aufgabe richtete sich auf die Frage, ob gesetzmäßige Beziehungen zwischen Breite der apikalen Basis, der Jochbogenbreite und der transversalen Position der dritten Molaren nachweisbar sind.

Die am Untersuchungsmaterial gefungenen Ergebnisse wurden nach Regeln der Biostatistik untersucht. Hierbei stellte sich heraus, daß die Position der unteren Molaren keine Korrelation zur Unterkieferwinkele- sowie zur Gesichtsbreite ergab. Die Abstandswerte der oberen Molaren standen jedoch in signifikanter Beziehung zur Jochbogenbreite und der Oberkieferbasis, die zeichnerisch im Bereich des Processus zygomaticoalveolaris in unmittelbarer Nähe der Wurzel-

spitzen des ersten Molaren markiert worden war. Der Korrelationskoeffizient zur Jochbogenbreite beträgt $r = 0,5$, zur apikalen Basis $r = 0,83$.

Der Zusammenhang zwischen Jochbogenbreite und Abstand der dritten Molaren sagt aus, daß der Iazard'sche Index in gleicher Weise wie beim ersten und zweiten Molaren, auch beim Weisheitszahn zutrifft.

Von besonders praktischer Bedeutung erscheint mir der Zusammenhang zwischen apikaler Basis und Abstand der dritten Molaren. Sie könnte ausschlaggebend sein für die Beurteilung einer kieferorthopädisch herbeigeführten transversalen Erweiterung. Die Übereinstimmung von apikaler Basisbreite und Abstand der dritten Molaren wäre der Ausdruck einer rezidivfreien Breitenentwicklung, während die Disharmonie im Sinne der überwiegenden Breitenzunahme im anterioren Bereich als Hinweis der Unstabilität und größeren Rezidivneigung gedeutet werden könnte.

V Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war die Aufhellung der Frage, welche topographischen Veränderungen im Bereich der Weisheitszähne in transversaler Richtung zu beobachten sind. Als Untersuchungsmethode wurde die Analyse von Fernröntgen-Kopfaufnahmen in der Norma frontalis gewählt. Bei Beachtung der projektorisch und chemisch-physikalischen Voraussetzungen lassen sich die Weisheitszähne in allen vier Abschnitten in ihrer Entwicklung, insbesondere in transversaler Richtung, gut darstellen.

Bei einer Auswahl von 101 frontalen Aufnahmen mit postero-anteriorer Projektion, die bei Patienten der kieferorthopädischen Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik Mainz, im Alter von neun bis achtzehn Jahren angefertigt waren, erfolgte die Auswahl nach Altersgruppen, die die Entwicklung der dritten Molaren vom Stadium der Kronenmineralisation bis zum Durchbruch der Zähne erkennen ließen. Mit Hilfe eines Auswertungsschemas wurden die Abstände der buccalen Höckerspitzen, die transversalen Größenordnungen der Jochbogenbreite, der apikalen Basis und des Kieferwinkelbereichs vermessen und die Ergebnisse im Hinblick auf bestehende oder fehlende Korrelation zueinander nach Regeln der Biostatistik untersucht. Als erstes Ergebnis wurde registriert, daß der beträchtliche Breitenabstand der oberen und unteren Molaren durch körperliche Positionsänderung im Oberkiefer und Aufrichtung der geneigten Longitudinalachsen im Unterkiefer zum Ausgleich kommt.

Als Deutung des unterschiedlichen Bewegungsmodus wird das ausgleichende Wachstum(im Oberkiefer vorwiegend sutural, im Unterkiefer vorwiegend appositionell) in Zusammenhang gebracht. Die statistische Auswertung ergab keine Korrelation zwischen Breitenabstand der unteren Molaren und Breitenwerte der Unterkiefer- und Jochbeins. Für die Beziehung zwischen dem Abstand der oberen dritten Molaren und der Oberkieferbreite ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,83 ($P < 1\%$).

Die praktische Bedeutung liegt besonders im Faktum der Beziehung zwischen Kieferbreite und dem Abstand der dritten Molaren des Oberkiefers. Die Korrelation kann als Aussage dienen, ob eine kieferorthopädisch herbeigeführte transversale Erweiterung im Oberkiefer rezidivgefährdet ist. Bei annähernd gleichmäßigen Abständen zwischen apikaler Breite und den oberen Weisheitszähnen kann das erreichte Resultat eher als gesichert betrachtet werden, als bei unterschiedlichen Meßwerten, bei denen der Basiswert den Abstand der Weisheitszähne um mehrere Millimeter überragt.

IV S c h r i f t t u m

1. Artelt, W. Geschichte der Anatomie der
Kiefer und der Zähne bis zum
Ausgang der Antike
Leiden 1929
2. Begg, P.R. Begg Orthodontic Theory and
Technique
Philadelphia-London 1965 S.5-51
3. Braun, D. Die Kieferkompression im fron-
talen Fernröntgenbild
Med. Diss. Tübingen 1966
4. Dausch-Neumann, D. Die Fernröntgenaufnahme in der
Norma frontalis bei der Progenie
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 15,
(1960) 1522-1529
5. Eschler, J. und Die Fernröntgenaufnahme in der
Dahan, J. Norma basalis und ihr diagnosti-
scher Wert in der Untersuchung
der anatomischen Verhältnisse
des Schädels und der Kiefer
Fortschr. Kieferorthop. 28,
(1967) 399-412
6. Euler, H. Der Weisheitszahn vor 4000 Jah-
ren und heute
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 39,
(1936) 809-815
7. Geist-Jacobi, G.P. Geschichte der Zahnheilkunde
vom Jahre 3700 v. Chr. bis zur
Gegenwart
Tübingen 1896

8. Hausser, H. Nachentwicklung der apikalen Basis?
Fortschr. Kieferorthop. 23,
(1962) 290-303
9. Hephurn, Chr. Das Tübinger Fernröntgen-Ein-
stellgerät
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 21,
(1966) 844-846
10. Hunter, J. Zitiert nach Richardson, E.R.
und Brodie, A.G.
Longitudinal study of growth
of maxillary width
Angle Orthodont. 34, (1964)
725-730
11. Izard, G. Orthodontie
3. Aufl. Paris 1950 S.154-159
12. Korkhaus, G. Die Auswertung des Fernröntgen-
bildes in der Kieferorthopädie
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferhk.
13, (1936) 715-729
13. Kulkarni, J. Die Fernröntgenaufnahme in der
Norma frontalis
Med. Diss. Bonn 1958
14. Lundström, A.F. Zitiert nach Richardson, E.R.
und Brodie, A.G.
Longitudinal study of growth
of maxillary width
Angle Orthodont. 34, (1964) 1-15

15. Margolis, H.J. Stadarized x-ray cephalogra-
 phics
 Amer. J. Orthodont. 26, (1940)
 725-730
16. Martin, R. und Lehrbuch der Anthropologie in
 Saller, K. systematischer Darstellung
 Band II Stuttgart 1959 S.1175
17. Mühlberg, G. Eine fernröntgenologische Un-
 Schröter, U. tersuchung zur Erfassung der
 Zill, G. Kieferbasisentwicklung
 Fortschr. Kieferorthop. 27,
 (1966) 98-100
18. Müller, G. Über die Vertikalbewegung von
 Weisheitszähnen im Fernröntgen-
 bild
 Fortschr. Kieferorthop. 21,
 (1960) 308-316
19. Nawrath, K. Möglichkeiten und Grenzen der
 röntgenologischen Kephalometrie
 Habil. Schrift. Mainz 1961
20. Nawrath, K. Beitrag zur Herstellung von
 p.a. - Aufnahmen des Kopfes
 Fortschr. Kieferorthop. 24,
 (1963) 75-80
21. Richardson, E.R. Longitudinal study of growth
 und Brodie, A.G. of maxillary width
 Angle Orthodont. 34, (1964) 1-15
22. Sassouni, V. Position of maxillary first per-
 manent molar in the cephalo-
 facial complex
 Amer. J. Orthodont. 43, (1957)
 477-485

23. Schmuth, G. und Wunderer, H. Neuartige Fernröntgenaufnahme und ihre Bedeutung für die Kieferorthopädie
Fortschr. Kieferorthop. 18,
(1957) 340-344
24. Schopf, P. Die frontale Röntgenaufnahme des Schädels und ihre Bedeutung für die kieferorthopädische Diagnose und Prognose
Med. Diss. Mainz 1961
25. Schwarz, A.M. Die Röntgenstatik
Wien-Innsbruck 1958
26. Tanner, J.M. Zitiert nach Derichsweiler
Erwiderung auf den Aufsatz von E. Hausser
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 19,
(1964) 55-56
27. Tanner, P. Die Zahnunterzahl im bleibenden Gebiß unter besonderer Berücksichtigung der Nichtanlage des Weisheitszahnes
Med. Diss. Zürich 1946 S.18
28. Weise, W. und Bruntsch, E. Röntgenologische Untersuchungen zum Nachweis und zur Entwicklung des Weisheitszahnes
Zahnärztl. Rdsch. 74, (1965) 208
29. Wetzels, G. Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte
6. Aufl. Jena 1951 S.668

Meßwerte der ausgewerteten p.a. - Aufnahmen

Patient	Gruppe	Zygion	Gonion	8 + 8	8 - 8	8 -	- 8	OK-Basis
1	1	122	91	58	77	30	27	55
2	1	126	98		80	27	28	
3	1	125	92	66	76	23	14	62
4	1	130	103	59	88	28	33	58
5	2	119	85	56	64	28	12	54
6	2	124	92	58	72	27	29	58
7	2	126	102	65	79	14	25	61
8	2	126	90	57			15	54
9	2	116	88		68	38	.	
10	2	120	82	57	76	16	18	54
11	2	123	87	54	72	31	15	54
12	3	128	95	57	73	27	10	57
13	3	128	90	65	71	15	19	64
14	3	128	92		76	19	30	
15	3	122	87	60	68	4	2	60
16	3	124	96	59	76	20	8	52
17	3	128	97	58	70	8	14	57
18	3	123	93	58	73	11	20	58
19	3	120	98	55	71	20	17	55
20	3	121	91	57	68	26	23	57
21	3	130	94	64	76	11	28	62
22	3	139	97	62	75	41	50	59

Patient	Gruppe	Zygon	Gonion	8 + 8	8 - 8	8-	- 8	OK-Basis
23	3	131	96	62	78	31	21	60
24	4	124	96	59	70	18	18	54
25	4	130	91		71	4	9	
26	4	126	95	51	69	17	16	58
27	4	129	92	58	71	8	18	57
28	4	128	92		76	15	18	
29	4	139	107	64	75	63	23	65
30	4	129	104	66	67	39	41	63
31	4	123	97	57	72	13	70	56
32	4	130	95		75	4	4	
33	4	130	93	60	75	48	50	57
34	4	129	102	62	75	21	24	61
35	4	139	106	67	79	23	19	67
36	4	132	94		73	21	31	
37	4	125	92	67	74	13	2	61
38	5	126	99	61	70	31	21	60
39	5	136	101	64	77	43	34	61
40	5	135	102	69	80	1	8	62
41	5	134	98	66	74	25	25	64
42	5	130	92	60	76	22	14	59
43	5	126	92	62	74	14	35	62
44	5	135	105	62	74	6	8	60

Patient	Gruppe	Zygion	Gonion	8 + 8	8 - 8	8 -	- 8	OK-Basis
45	5	125	94	64	74	29	21	60
46	5	135	98	65	72	55	69	63
47	5	130	98		66	8	19	
48	5	134	101	63	61	0	12	59
49	5	134	102	59	72	17	21	58
50	6	138	85	58	58	57	48	54
51	6	136	92	67	74	44	27	60
52	6	135	104	66	81	29	29	63
53	6	125	94	62	75	31	18	63
54	6	131	100	64	77	39	42	61
55	6	129	102	56	64	31	55	57
56	6	126	99		68	59	67	
57	6	130	95	59	72	22	23	58
58	6	133	98	66	79	30	31	60
59	6	128	94	61	72	24	23	60
60	6	128	90	64	72	45	34	62
61	7	140	115	70	79	20	29	69
62	7	134	100	62	67	41	49	57
63	7	130	105	66	80	13	19	62
64	7	134	101		70	55	60	
65	7	135	100	64	75	40	20	64
66	7	130	94	62	75	46	34	59

Patient	Gruppe	Zygon	Gonion	8 + 8	8 - 8	8 -	- 8	OK-Basis
67	7	135	102		67	23	19	
68	7	126	93	62	68	14	12	61
69	7	133	95	59	66	41	47	57
70	7	135	98	62	70	29	25	59
71	7	129	91	64	70	41	38	61
72	7	132	104	59	70	40	34	58
73	7	136	92	61	72	25	36	62
74	8	132	97	61	77	46	23	58
75	8	145	104	60	65	49	49	56
76	8	127	99		71	90	40	
77	8	134	98	54	67	42	44	54
78	8	123	99	58	64	90	21	57
79	8	139	99	64	69	65	12	64
80	8	131	100	67	69	45	44	64
81	8	128	94	59	71	15	29	57
82	8	128	99	58	69	32	32	58
83	8	143	112	67	60	41	12	63
84	8	139	100	66	74	18	19	62
85	9	130	102	60	76	31	32	58
86	9	125	104	57	71	35	27	54
87	9	130	103	62	66	42	54	60
88	9	125	94	63	67	41	61	61

Patient	Gruppe	Zygion	Gonion	8 + 8	8 - 8	8 -	- 8	OK-Basis
89	9	133	105	62	71	41	49	59
90	9	126	97	62	64	35	62	58
91	9	136	102	62	74	21	20	62
92	9	135	105	60	74	21	21	62
93	9	132	110	60	65	19		59
94	9	137	100	64	70	22	0	60
95	9	132	103	67	71	33	43	60
96	10	140	101	71	71	49	46	70
97	10	134	100	60	63	66	68	57
98	10	134	103	69	69	72	76	67
99	10	127	98	55	74	47	70	54
100	10	140	102	64	75	37	49	62
101	10	125	97	63	65	45	46	59

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. Nawrath, für die Überlassung des Themas und seine freundliche Unterstützung recht herzlich danken.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. Michaelis vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Herrn Priv. Doz. Dr. P. Schopf und Herrn Schaede von der Röntgenabteilung.

L e b e n s l a u f

Am 6. Dezember 1943 wurde ich in Aussig an der Elbe (CSR) geboren. Meine Eltern Herbert und Sieglinde Unterer, geborene Hackerschmied, sind beide von Beruf Ingenieur für Maschinenbau. Im Herbst 1948 wurden wir nach Waldernbach (Oberlahnkreis) ausgesiedelt, wo ich dann 1950 die Volksschule besuchte. 1955 trat ich in die Leibnizschule in Frankfurt am Main ein und wechselte 1961 in die Humboldt-Schule in Wiesbaden, wo ich am 9. März 1965 die Reifeprüfung bestand.

Mein Studium der Zahnmedizin begann ich im Sommersemester 1965 an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Hier legte ich nach fünf Semestern am 4. Oktober 1967 meine zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand am 2. Juli 1970 das zahnärztliche Staatsexamen.

Zur Zeit bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der kieferorthopädischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Mainz angestellt.





